

爆破地震動による沈み込み帯の地殻構造に関する研究

著者	長谷川 功
号	903
発行年	1989
URL	http://hdl.handle.net/10097/25044

氏名・(本籍)	は せ が わ 長谷川	い さ お 功
学 位 の 種 類	理	学 博 士
学 位 記 番 号	理 第	9 0 3 号
学位授与年月日	平 成 元 年 1 月 25 日	
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当	
最 終 学 歴	昭和41年 3 月 東北大学理学部卒業	
学位論文題目	爆破地震動による沈み込み帯の地殻構造に関する研究	
論文審査委員	(主査) 教 授 高 木 章 雄	
	教 授 平 澤 朋 郎	
	教 授 浜 口 博 之	
	教 授 大 竹 政 和	
	助 教 授 長谷川 昭	

論 文 目 次

序 章

第 1 章 爆破地震動観測データによる地殻構造の研究の概要

第 2 章 解析方法

第 1 節 解析の基本的な考え方と解析のフロー

第 2 節 構造モデル

第 3 節 走時計算

第 4 節 計算例及び議論

第 3 章 構造解析とその結果

第 1 節 東北日本弧

3.1.1 男鹿・気仙沼・BOSEI・SEIHA-1 測線

3.1.2 釜石・鉾田・野反測線

第 2 節 西南日本弧

3.2.1 大島・房総測線

3.2.2 根尾・上矢作・水窪・川根・花沢・伊豆・大島・房総沖測線

3.2.3 渥美・能登測線

第4章 東北日本と西南日本の速度構造と重力異常，地震活動

第1節 速度構造と重力異常

第2節 速度構造と地震活動

第5章 議論

第1節 プレートの沈み込みを考慮したモデルと二、三の問題

第2節 東北日本と西南日本のコンラッド不連続面の形態

第3節 東北日本と西南日本の上部地殻の速度構造と地質構造

まとめ

謝辞

参考文献

論文内容要旨

序 章

日本列島は沈み込み帯に属し島弧を形成している。本州弧は太平洋プレートが沈み込む東北日本弧とフィリピン海プレートが沈み込む西南日本弧によって区分されている。この二つの弧は地形、重力異常、火山、地殻熱流量、深発地震、発震機構などに顕著な相違が見られ、地質構造も両者では大きく異なっていると言われている。これらと調和するように、東北日本弧と西南日本弧の爆破地震動観測データに基づく地殻構造に関しても、二つの弧を代表する男鹿・気仙沼測線と渥美・能登測線の結果では異なっているように見える。最近、爆破地震動観測データや自然地震観測データが蓄積しそのデータに基づく解析も進展しており、一貫した視点から東北日本と西南日本の地殻構造について議論することが必要であると思われる。

そこでの論文では、男鹿・気仙沼測線と渥美・能登測線を含む五つの測線（図 1）について一貫した視点から構造解析を実施し、東北日本と西南日本の地殻構造上の相違あるいは共通性について考察する。このことは日本列島の形成やプレートの沈み込み、地震発生様式を考える上で解明すべき重要な課題であると思われる。

第 1 章 爆破地震観測データによる地殻構造の研究の概要

ここでは地震波に基づく地殻構造の研究を総括し問題の所在を明らかにする。

(1)爆破地震動観測データに基づく日本列島の地殻構造の解明は、国内の多くの地震学者・研究者を組織し大規模な地殻構造の調査・研究を1950年以来実施してきた爆破地震動研究グループによって主に進められてきた。いくつかの重要な結果について述べる。

1960年代後半には二つの島弧を横断する測線（男鹿・気仙沼測線、渥美・能登測線）で、多くの海上爆破と陸上観測が実施され、詳細な島弧の地殻構造が明らかにされた。（図 2，図 3）。男鹿・気仙沼測線下の構造は島弧のひとつのモデルと見なされ、この構造を基に内陸の浅発地震は 6 km/s 層に集中し下部地殻には殆ど発生しないという地殻構造と地震活動の関係が見出された。一方西南日本では下部地殻の存在は不確実で、存在してもその厚さは薄く東北日本と顕著な違いを見せている。

1970年代には、東北日本では Pn 波の速度が海域において大きく陸域で小さく、その速度が変化する境界は太平洋の海岸線付近に推定されているアサイスミックフロントに一致していることなどが明らかにされた。

(2)以上の研究以外にも興味ある爆破地震動観測が多くの地域で実施されている。松代群発地震地域では地殻構造が地震活動と密接に関係していること、西南日本では下部地殻の P 波速度等は確定的でないこと、南関東や東海地域ではコンラッド面の形態が明らかになりつつあること、房総半島・関東平野では詳細な速度構造が明らかにされ地質との対比も行なわれていること、海溝から海岸にかけて海域では付加体の形成など関係すると思われる構造が存在してい

ること、など興味ある観測や結果が示されている。

(3)最近、自然地震の変換波を使ったプレート境界の推定やインバージョンによる三次元速度構造の研究も進展し、その結果は爆破地震動観測データと比較され、東北日本と西南日本のより信頼性の高い地殻構造が明らかになりつつある。

東北日本と西南日本の地殻―特に下部地殻の構造の相違や共通性について、地震活動や地質と比較しながら定量的な議論が出来る材料が蓄積しつつあり一貫した見方で爆破地震動観測データを再検討する必要がある、それが可能であると思われる。

第2章 解析方法

構造解析としては、従来の結果を基礎にあらたな視点を導入したモデルを設定し、試行錯誤によって最適構造を得る方法を選択した。(1)初期モデルの設定、(2)走時計算(3)観測走時との比較、(4)モデルの変更を経て(1)へ戻り、これを繰り返し(5)最終モデルを得る。この場合、試行錯誤に適した波線および走時計算法が必要である。そこで二次元成層構造の場合、走時がパーソナルコンピュータなどで手軽に精度良く効率的に計算出来る方法を開発した。構造モデルは二次元で等間隔の折れ線で与え、速度は層が分割された部分毎に与える。この走時計算法は波線追跡法的一种であるが全経路を追跡するのではなく、屈折層に入射する地点から上位層へ屈折する折れ点の間は波線が上位層に侵入しないという条件で最短経路を通過させるという方法を採用。この計算法は走時が比較的短時間に精度良く計算出来るという特徴を持ち、初動か後続位相に関わらず各層の屈折走時が存在する範囲で、しかも指定した層の屈折走時のみ計算する事もでき、対話的に試行錯誤で構造を求めるのに適している。

第3章 構造解析とその結果

東北日本弧と西南日本弧をそれぞれ横断し、その地殻構造の特徴を最もよく表わすと考えられる男鹿・気仙沼・BOSEI・SEIHA-1 測線と渥美・能登測線を取り上げる。また、より詳細な議論の展開のため、東北日本では釜石・鉾田・野反測線、西南日本では根尾・上矢作・水窪・川根・花沢・伊豆・大島・房総沖測線を解析する。さらに、西南日本の付加体の速度構造と地質構造の考察のために大島・房総測線を取り上げる。

第1節 東北日本弧

男鹿・気仙沼・BOSEI・SEIHA-1 測線では、沈み込むプレートを考慮したモデルについて走時を計算し、その走時は観測走時を充分説明することを示した。釜石・鉾田・野反測線では、6.6km/s 層を置いた構造を提示した。

第2節 西南日本弧

大島・房総測線では、堆積層の詳細な速度構造およびコンラッド面の形を明らかにした。根尾・上矢作・水窪・川根・花沢・伊豆・大島・房総沖測線では、上部地殻の構造とともにコンラッド面の特徴的な形態を明らかにした。渥美・能登測線では従来の結果と異なり、コンラッ

ド面が全般的に浅く島弧の中央部で深く、東北日本と似ていることを明らかにした。

第4章 東北日本と西南日本の地殻構造と重力異常、地震活動

東北日本および西南日本で、自然地震から与えられた沈み込むプレート境界を考慮して得られた速度構造は重力データと調和的である。また内陸の浅い地震は6 km/s 層に集中しその上下の層では不活発であるという地震活動と地殻構造の関係は東北日本と西南日本で共通しているように見える。

第5章 議 論

プレートの沈み込みを考慮したモデルの考察からアサイスミックフロントの海側の Pn 波の速度が重要な意味を持つことが示され、これまでの爆破地震動観測データではこの速度はまだ決定されていない可能性があり、適切な測線を取り爆破地震動観測を実施したり、自然地震をさらに解析し解明する必要があるだろう。

東北日本と西南日本のコンラッド不連続面は共通した形態を呈し、アウターリッジ付近で深く太平洋岸で浅く島弧中央部で深く日本海で浅くなる。この面の凹凸の波長は東北、西南日本で同程度であるが、振幅は異なっているように見える。これは、内陸の地殻構造特に上部地殻の厚さが同程度であること、プレートの沈み込む年代に違いがあることを反映しているのかもしれない。

上部地殻の速度構造と地質構造の対比から、東北日本と西南日本の地質の違いおよび付加体の形成について議論した。

まとめ

(1)東北、西南日本の地殻構造は、表層 (1.9~5.6km/s) ,上部地殻 (5.9~6.0km/s) ,下部地殻 (6.6~6.8km/s) ,上部マントル (7.5~7.7km/s) ,沈み込むプレート (8.0~8.1km/s) よりなることが爆破地震動観測データを基に示された。この構造は自然地震データや重力データと調和的である。

(2)西南日本では下部地殻の存在が鮮明になった。その上面すなわちコンラッド面は東北、西南日本で共通した形態を呈し、アウターリッジ付近で深く太平洋岸で浅く島弧中央部で深く日本海で浅くなる。この面の凹凸の振幅は東北、西南日本で異なり波長は同程度である。

(3)内陸の浅発地震は6 km/s 層に集中し、6.6km/s 層では不活発であるという東北日本で指摘された地殻構造と地震活動の関係が西南日本でも成立しており、さらに6 km/s 層の上位層でも地震活動は不活発であることが判明した。

(4)6 km/s 層の上位には遅い速度層が存在し、その層は陸域では東北、西南日本の地質の違いを反映した分布をしており、海域では付加体に対応し地質との対比から付加体の形成について議論出来ることを示した。

今回の研究により得られた東北日本弧と西南日本弧の地殻構造を，地形・地質断面に重ねて図 4，図 5 に示す。東北日本弧と西南日本弧の地殻構造の相似性や相違，地質との関係等が視覚的に理解出来よう。

今後，信頼性の高い地殻構造を求めることはますます重要となるであろう。

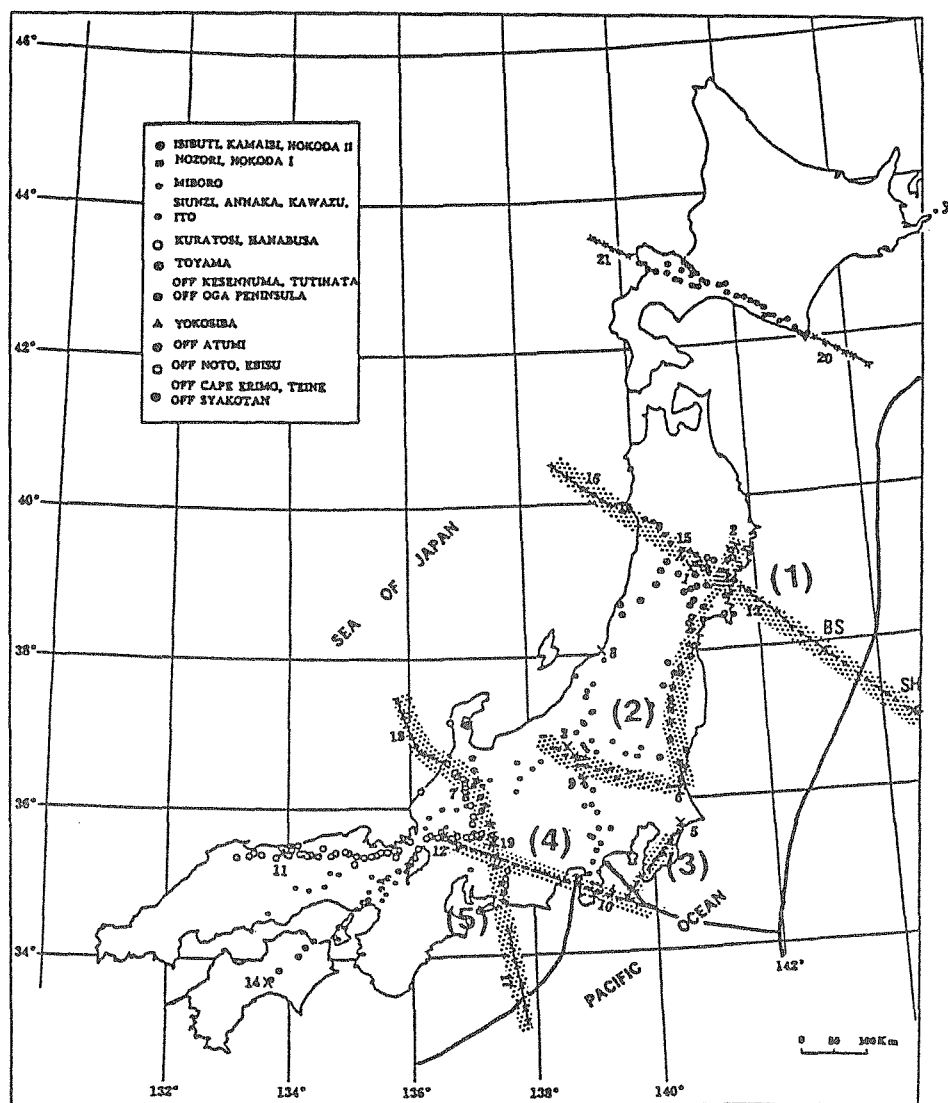


図1 測線図 (ASADA and ASANO, 1970 に加筆)

1970年以前に実施された爆破点 (×印) と観測点 (●印) が示されており、本論文で検討する測線は網目で示されている。(1)男鹿・気仙沼・BOSEI・SEIHA-1 測線, (2)釜石・銚田・野反測線, (3)大島・房総測線, (4)根尾・上矢作・水窪・川根・花沢・伊豆・大島・房総沖測線, (5)渥美・能登測線, BS: BOSEI, SH: SEIHA-1
太実線はトラフの位置を示す。

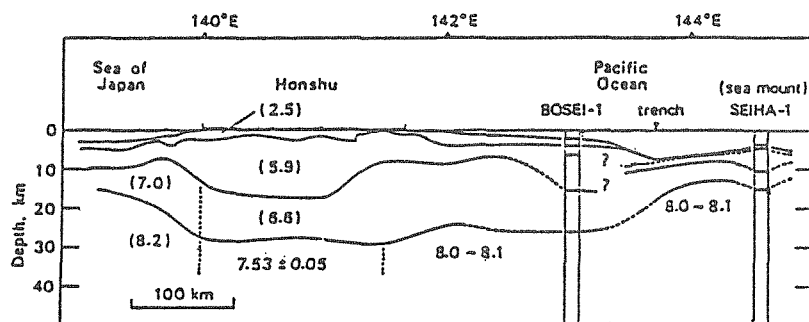


図2 男鹿・気仙沼・BOSEI・SEIHA-1測線の構造 (OKADA et al., 1979)

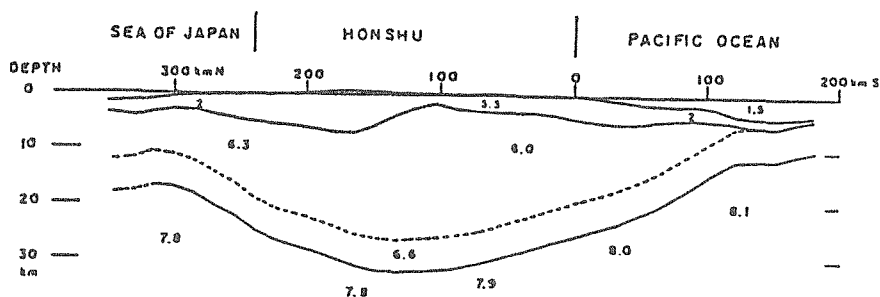
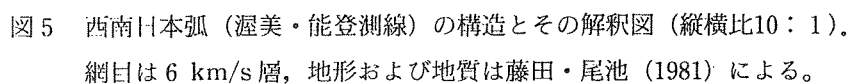
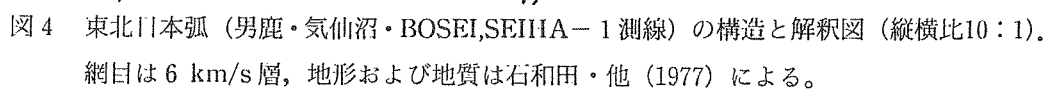


図3 渥美・能登測線の構造 (AOKI et al., 1972)



論文審査の結果の要旨

日本列島は、地球的規模でみて典型的な沈み込み帯に位置しており、この地域の詳細な地殻構造を知ることは、海洋プレートの沈み込み機構を明らかにし地球的規模でみたプレートテクトニクスをより詳細に理解する上で極めて重要である。

長谷川功提出の学位論文は、太平洋プレートが沈み込む東北日本弧とフィリピン海プレートが沈み込む西南日本弧を代表する幾つかの測線について、新たな解析手法を開発し、従来の研究結果に較べより詳細な地殻構造を研究したものである。その結果以下のことが明らかになった。

(1)東北日本、西南日本弧における地殻構造は、どちらも表層(P波速度:1.9~5.6km/s)、上部地殻(5.9~6.0km/s)、下部地殻(6.6~6.8km/s)、上部マントル(7.5~7.7km/s)、沈み込むプレート(8.0~8.1km/s)よりなることが爆破地震動観測データを基に示された。この構造は自然地震データや重力データと調和的である。

(2)西南日本では従来明らかでなかった下部地殻(いわゆる玄武岩層)の存在がより鮮明になった。その上面すなわちコンラッド面は東北、西南日本で共通した形態を呈し、アウターリッジ付近で深く太平洋岸で浅く島弧中央部で深く日本海で浅くなる。この凹凸の振幅は東北、西南日本で異なり、一方その波長は同程度である。

(3)内陸の浅発地震は6 km/s層に集中し、6.6km/s層では不活発であるという東北日本で従来指摘されていた地殻構造と地震活動の関係が西南日本でも成立していることが確認され、さらに6 km/s層の上位層でも地震活動は不活発であることが明らかになった。

(4)6 km/s層の上位には遅い速度層が存在し、この層は陸域では東北、西南日本の地質の違いを反映した分布をしており、海域では付加体に対応し、地質との対比から付加体の形成について議論できることを示した。

以上、長谷川功提出の論文は、東北日本弧、西南日本弧における地殻構造の共通点、相違点を明確にし、海洋プレートの沈み込み機構、日本列島形成機構を理解する上で重要な事実を示した。

これは本人が自立して研究活動を行なうに必要な高度な研究能力と学識を有することを示している。よって長谷川功提出の論文は理学博士の学位論文として合格と認める。